

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-113597

(43)Date of publication of application : 20.06.1985

(51)Int.Cl.

H04R 17/00

A61B 8/00

G01N 29/04

H04R 1/22

(21)Application number : 58-220957

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 24.11.1983

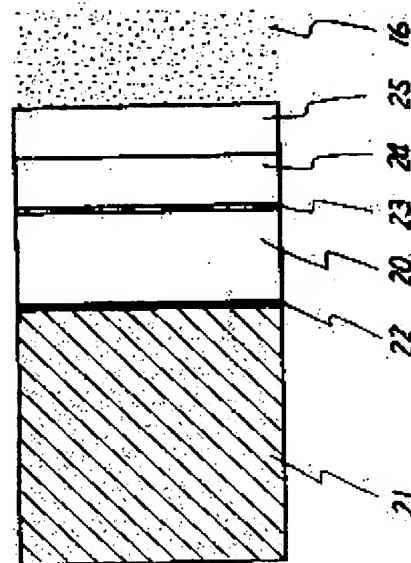
(72)Inventor : INOUE TAKESHI

## (54) ULTRASONIC WAVE PROBE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a probe excellent in pulse response capability with high sensitivity in a wide band by using PVDF or PVDF polymerization as a piezo-electric material and installing a double layer impedance matching layer whose respective layer are provided with suitable acoustic impedance.

CONSTITUTION: So as not to remove the ultrasonic wave from an organic piezo- electric material 20 consisting of PVDF or PVDF copolymer through a backing material 21, the material, for which the acoustic impedance density is sufficiently lower and higher than the organic piezo-electric material 20, is used as the backing material 21. The 1st and 2nd matching layer 24 and 25 are installed, and the acoustic impedance density is  $2.5 \times 10^6 \sim 3.6 \times 10^6 \text{ kg/S.cm}^2$  and  $1.6 \times 10^6 \sim 2.2 \times 10^6 \text{ kg/S.cm}^2$ . Thus, the wide band impedance can be matched and the frequency band width can be remarkably expanded.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

JP,06-090950,A

● STANDARD ○ ZOOM-UP ROTATION ☒ No Rotation ☐ REVERSAL

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

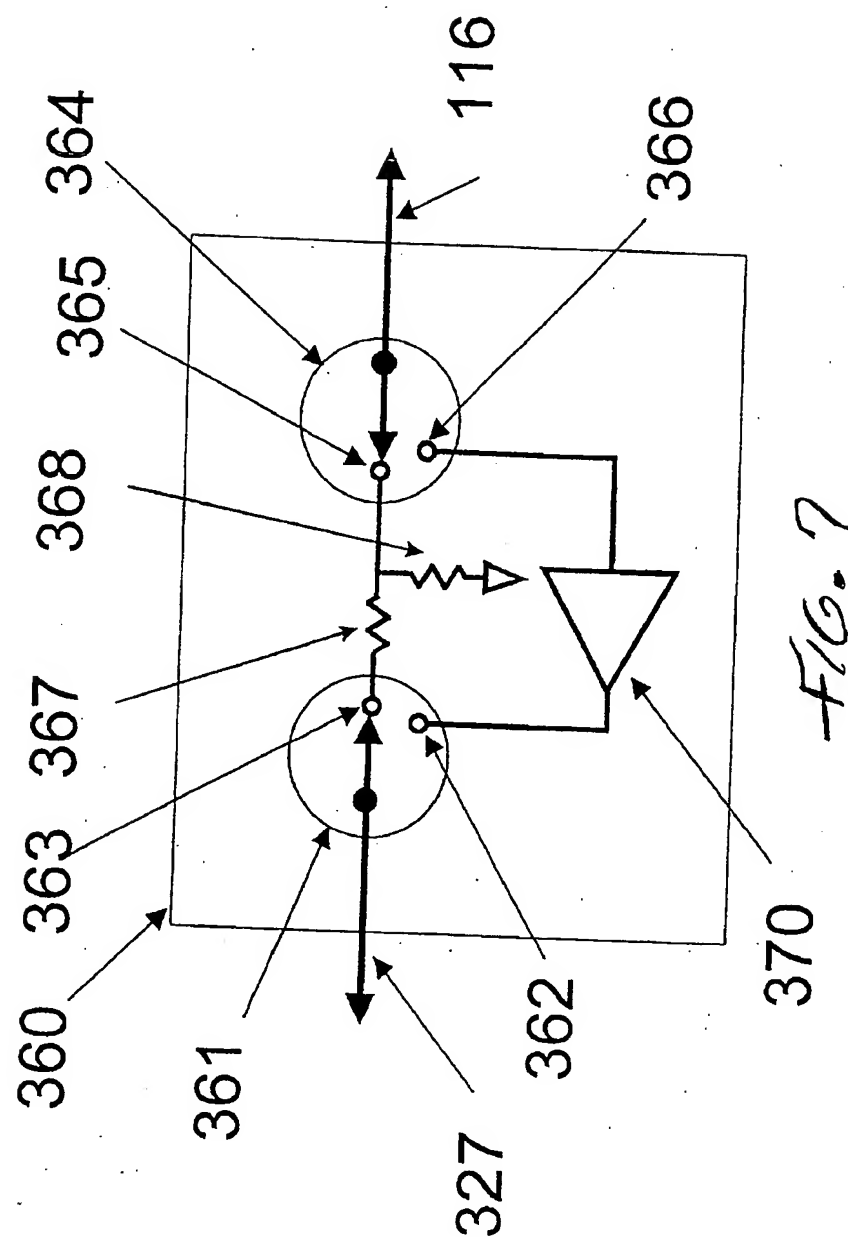
[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑪ 公開特許公報(A) 昭60-113597

⑫ Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	⑬ 公開 昭和60年(1985)6月20日
H 04 R 17/00	1 0 1	A-7326-5D	
A 61 B 8/00		6530-4C	
G 01 N 29/04		A-6558-2G	
H 04 R 1/22	HAC	7314-5D	審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑭ 発明の名称 超音波探触子

⑮ 特 願 昭58-220957

⑯ 出 願 昭58(1983)11月24日

⑰ 発 明 者 井 上 武 志 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

## 明 細 書

発明の名称 超音波探触子

## 特許請求の範囲

ポリ弗化ビニリデンあるいはその共重合体を圧電材料とする圧電音響変換素子と、該圧電音響変換素子の片面に形成された第1整合層と、該第1整合層の上に形成された第2整合層とを有し、第1整合層の音響インピーダンス密度が $1.6 \times 10^6 \sim 2.2 \times 10^6 \text{ kg/S}\cdot\text{m}^2$ 、第2整合層の音響インピーダンス密度が $2.5 \times 10^6 \sim 3.4 \times 10^6 \text{ kg/S}\cdot\text{m}^2$ であることを特徴とする超音波探触子。

## 発明の詳細な説明

本発明は有圧電体を用いた超音波探触子に係り、探触子の高分解能、広帯域化を図ることを目的とする。

超音波診断装置に使用される超音波探触子には、人体の深部から浅部までくまなく診断できるよう

に広帯域でかつパルス応答性に優れた超音波探触子が望まれている。

従来の圧電材料として圧電セラミックスを用いた超音波探触子では、圧電セラミックスの電気機械結合係数が極めて大きいため変換効率は大いが、人体及び水などの音響インピーダンス整合が悪く、このため周波数帯域幅が狭いという欠点がある。

第1図に従来の圧電セラミックスを用いた超音波探触子の構成例を示す。

第1図において、1は音響インピーダンス密度が $3.0 \times 10^6 \text{ kg/S}\cdot\text{m}^2$ 程度の $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ 系あるいは $\text{PbTiO}_3$ 系の圧電セラミックス、11は第1整合層で音響インピーダンス密度が $1.0 \times 10^6 \sim 1.5 \times 10^6 \text{ kg/S}\cdot\text{m}^2$ のガラス、あるいは熔融石英、12は第2整合層でエポキシ樹脂、アクリル樹脂などからなり音響インピーダンス密度が $2.3 \times 10^6 \sim 2.5 \times 10^6$ 程度であり、16は人体水などの音響負荷であり、音響インピーダンス密度が $1.5 \times 10^6 \text{ kg/S}\cdot\text{m}^2$ 程度を有する。また

## 知照第60-113597(2)

13はバックグランドであり、ニボキン樹脂にタングステン粉末を適量配合したものである。また14, 15は送、受信用の電極である。

第1図から明らかなように、圧電セラミック10は被検体である人体、水などの音響インピーダンス密度の20倍以上の値を有し、このためインピーダンス整合をとるため圧電セラミックから被検体の方向に次第に音響インピーダンス密度が小さくなるように整合層を配している。

しかしながら、このように整合層を有する超音波探触子でもせいぜい周波数比帯域幅は80%が限度であり、超音波診断装置の画像処理技術、ソフトウェアの向上とともに、探触子のより一層の広帯域化が要求されている。

近年これらの欠点を改良したものととしてポリフッ化ビニリデンなどの高分子圧電フィルムを使用した超音波探触子も出現している。この高分子圧電フィルムは圧電セラミックスに比べ著しく音響インピーダンス密度が小さいため、本質的に圧電セラミックス材料を用いた探触子に比べて人体と

の音響インピーダンス整合に優れており周波数帯域幅の広い探触子の実現に有利であるとされている。

しかしながらポリフッ化ビニリデン(以下PVDfという。)は音響インピーダンス密度 $4.0 \times 10^6 \text{ kg/s} \cdot \text{m}^2$ 、電気機械結合係数0.22、またフッ化ビニリデンとフッ化ビニル、三フッ化エチレン、四フッ化エチレンなどとの共重合体(PVDf copolymer)は音響インピーダンス $4.4 \times 10^6$ 、電気機械結合係数0.30を有しており、人体、水との音響整合性が良いといっても被検体の音響インピーダンス密度の2.6~2.8倍程度である。

また最近、水、人体とほとんど音響インピーダンス密度の等しい高分子圧電フィルムが研究されているが、PVDfあるいはPVDfの共重合体と比べて、電気音響変換効率が小さい。

従来のPVDfを用いた超音波探触子の代表的構成を図2図に示す。

第2図において、20はPVDfからなる有機

圧電体、21はバックグランドでCu, Fe, あるいはニボキンにタングステン粉末を配合したものが用いられ、22, 23は送受信電極である。

この探触子はバックグランド21にPVDfより十分大きな特性音響インピーダンス密度を有する材料を用いているため、バックグランド21との境界においてほとんど固定端となる。4分の1波長動作を行い、被検体16に超音波が入射され、一部反射されて戻ってきた超音波を電極22, 23から電気信号として検出すのである。

しかしながら、前述のように圧電セラミックスに比べてPVDfは音響インピーダンスが相対的に小さいといふものの水より音響インピーダンス密度が2.6~2.8倍と大きく、人体、水といった被検体に対してインピーダンス整合が完全でなく、このため周波数比帯域幅がそれほど大きくならぬこと及び探触子としての十分な性能が得られなといった欠点があった。

このような欠点を解消するためPVDfの被検体側に4分の1波長整合層を一層設けることが考

えられ音響インピーダンス整合の向上により、高感度化が期待されるが、これとて第2図の探触子に比べて周波数帯域幅を著しく広げることが困難であった。

本発明は上記従来の探触子の欠点を解消させるためになされたものである。

本発明は圧電材料としてPVDfあるいはPVDf共重合体を用い、各々適切な音響インピーダンスを有する二層のインピーダンス整合層を有した探触子で高感度広帯域でしかもパルス応答性に優れた探触子を実現しようとするものである。

以下図面に従って詳細に説明する。

第3図に本発明の超音波探触子の構成を示す。

図において20はPVDfあるいはPVDf共重合体からなる有機圧電体、21はバックグランド、24, 25はそれぞれ第1, 第2整合層、16は水、人体などの被検体、また22, 23は送、受信電極である。24, 25の第1及び第2整合層は、被検体16との広帯域音響インピーダンス整合のため、適切なインピーダンス密度が要求され、

## 特開昭60-113597(3)

PVDFあるいはPVDF共重合体自身の共振周波数に関して4分の1波長程度の長さに設定されている。

バック材21としては、有機圧電材20からバック材21を通して超音波が振動しないようにするため、有機圧電材20より音響インピーダンス密度の十分低いものか、十分高いものが好ましい。

第3図に示した本発明に従った超音波探触子に關して極めて重要なのは、第1及び第2整合層24、25の音響インピーダンス密度であり、第1整合層の音響インピーダンス密度を $2.5 \times 10^6 \sim 3.6 \times 10^6 \text{ kg/8}\cdot\text{m}^2$ 、第2整合層の音響インピーダンス密度を $1.6 \times 10^6 \sim 2.2 \times 10^6 \text{ kg/8}\cdot\text{m}^2$ とする。

このとき広帯域インピーダンス整合がはじめて可能となり、従来の超音波探触子に比べて帯域幅を著しく広げることが可能で、しかも第2図に示したPVDFを用いた超音波探触子に比べてはるかに高感度となる。

20は4分の1波長共振に近い動作を行うこととなる。

さらに第1整合層には音響インピーダンス密度 $2.72 \times 10^6 \text{ kg/8}\cdot\text{m}^2$ のエポキシ樹脂を用い、第2整合層には音響インピーダンス密度 $1.82 \times 10^6 \text{ kg/8}\cdot\text{m}^2$ のポリイミド樹脂からできている。

ここで第1整合層及び第2整合層の厚さはPVDF圧電フィルム4分の1波長共振周波数に対して、それぞれ4分の1波長程度に設定される。

またこの探触子の中心周波数は4.5 MHzに設計されている。

次に本発明に従った探触子を第1図に示した圧電セラミックスを用いた従来の探触子及び第2図に示したバック材が本実施例と同一でPVDFを用いた探触子と比較して周波数特性を第4図に示す。

第4図に示した周波数特性は探触子から水中に超音波を送り水中5cmの深さに設けられたアル

ミニウム反射板から反射して帰ってくる超音波を同一の探触子で受取ったときの共振挿入損失特性を示す。第4図において0dBは第2図に示した従来の圧電セラミックスを用いた探触子の最小挿入損失点を示している。図において実線は本発明に従った探触子、点線は圧電セラミックスを用いた従来の探触子、一点鎖線は従来のPVDFを用いた探触子の周波数特性である。このグラフから明らかに本発明の探触子が広帯域化されていることが判る。さらにこれら3種類の超音波探触子の分解能の指標となるパルス応答特性について評価を行った。インパルスは探触子に入力し、このときの起引きを30dB減衰するまでの時間で表したとき従来の第1図に示したトランスジューサに対し、第2図に示した従来の探触子では $1/1.9$ 、本発明に従ったトランスジューサでは $1/2.3$ であった。

本発明による第1整合層の音響インピーダンス密度を実現する材料としてはエポキシ樹脂、ナイロン樹脂等があり、第2整合層を満足する材料としてはポリエチレン、ポリウレタン、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂等がある。

以下第3図に示す構成を有する本発明の実施例について詳細に説明する。

第3図においてバック材20にはエポキシ樹脂にタングステン粉末を相当量配合し音響インピーダンス密度 $30 \times 10^6 \text{ kg/8}\cdot\text{m}^2$ を実現した複合材料が用いられ、有機圧電フィルムとしてはPVDF、また電極22、23には音響インピーダンス密度が $16.9 \text{ kg/8}\cdot\text{m}^2$ と比較的小さなA1が用いられている。

この時バック材の音響インピーダンス密度がPVDFより相当大きいことから、PVDF

ミニウム反射板から反射して帰ってくる超音波を同一の探触子で受取ったときの共振挿入損失特性を示す。第4図において0dBは第2図に示した従来の圧電セラミックスを用いた探触子の最小挿入損失点を示している。図において実線は本発明に従った探触子、点線は圧電セラミックスを用いた従来の探触子、一点鎖線は従来のPVDFを用いた探触子の周波数特性である。このグラフから明らかに本発明の探触子が広帯域化されていることが判る。さらにこれら3種類の超音波探触子の分解能の指標となるパルス応答特性について評価を行った。インパルスは探触子に入力し、このときの起引きを30dB減衰するまでの時間で表したとき従来の第1図に示したトランスジューサに対し、第2図に示した従来の探触子では $1/1.9$ 、本発明に従ったトランスジューサでは $1/2.3$ であった。

一方本発明の第2整合層の特性インピーダンス密度を有する材料を整合層に用いた場合、大きなリップルが通過帯域内にあらわれ、またインパルス応

## 特開昭60-113597(4)

答の屈引きも従来の圧電セラミックを用いた探触子に比べてそれほどの向上はみられなかった。

以上述べたように本発明に従った探触子は、最適な2重整合層を有しているため人体との音響インピーダンス整合が広帯域にわたって良好であり、高感度、広帯域、高分解能特性を容易に実現することができる。

例、実施例ではパッキング材がP V D Fより音響インピーダンス密度を相当大きな材料を用いた場合について述べたが、パッキング材をニルコニオンヌメンペーパー、ソナイト、シリコンゴム等P V D Fに比べて相当小さい音響インピーダンスを有する材料を用いた場合には、P V D Fが2分の1減衰共振を行うだけで他の音響整合層のインピーダンスの最適値に何ら影響を与えないことはないことは言うまでもない。

## 図面の簡単な説明

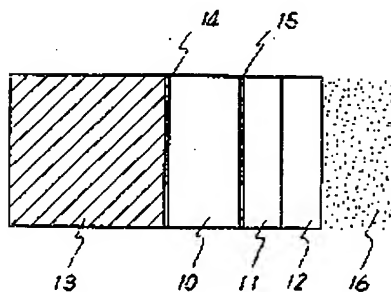
第1図は従来の圧電セラミックを用いた超音波探触子の構成図、第2図は従来のP V D F等の有

機圧電材料を用いた超音波探触子の構成図、第3図は本発明の超音波探触子の構成図、第4図は超音波探触子の減衰共振特性図である。図において10は圧電セラミックス、11、12は整合層、13はパッキング、14、15は電極、16は音響負荷、20はP V D F等の有機圧電材料、21はパッキング、22、23は電極、24、25は整合層。

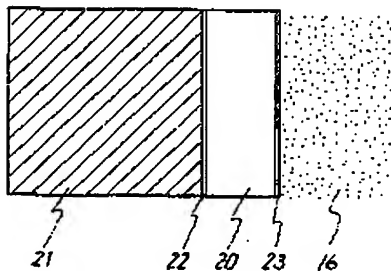
代理人 井上 内 原



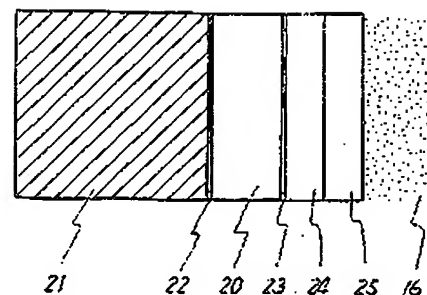
第 1 図



第 2 図



第 3 図





特開昭60-113537(5)

第 4 図

